PCT WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro

INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 5 : E21B 47/12, 17/02, H01F 23/00

A2

(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 90/14497

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 29. November 1990 (29.11.90)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP90/00837

(22) Internationales Anmeldedatum: 23. Mai 1990 (23.05.90)

(30) Prioritätsdaten:
P 39 16 704.6 23. Mai 1989 (23.05.89) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten ausser US)*: EASTMAN CHRISTENSEN GMBH [DE/DE]; Christensenstr. 1, D-3100 Celle 1 (DE).

(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)* : JÜRGENS, Rainer [DE/DE]; Osterloher Landstr. 20, D-3100 Celle (DE). KRÜGER, Volker [DE/DE]; Fritzenwiese 40, D-3100 Celle (DE). OPPELT, Joachim [DE/DE]; Meffertstr. 52, D-3000 Hannover 51 (DE). FELD, Dagobert [DE/DE]; Podbielskistr. 32, D-3000 Hannover 1 (DE). SCHLEEMANN, Martin [DE/DE]; Taubenweg 19, D-3014 Laatzen (DE).

(74) Anwälte: BUSSE, V. usw. ; Großhandelsring 6, Postfach 1226, D-4500 Osnabrück (DE).

(81) Bestimmungsstaaten: AT (europäisches Patent), BE (europäisches Patent), CA, CH (europäisches Patent), DE (europäisches Patent)*, DK (europäisches Patent), ES (europäisches Patent), FR (europäisches Patent), GB (europäisches Patent), IT (europäisches Patent), LU (europäisches Patent), NL (europäisches Patent), NO, SE (europäisches Patent), US.

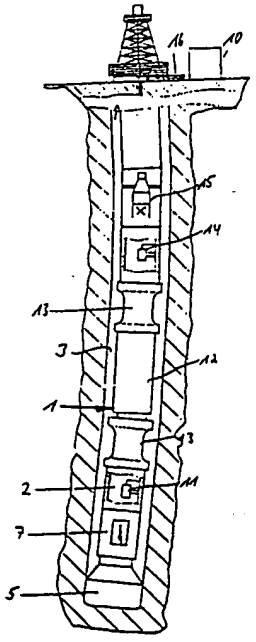
Veröffentlicht
Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.

(54) Title: PROCESS AND DEVICE FOR TRANSMITTING DATA SIGNALS AND/OR CONTROL SIGNALS IN A PIPE TRAIN

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR ÜBERTRAGUNG VON INFORMATIONS- UND/ODER STEUERSIGNALEN IN EINEM BOHRSTRANG

(57) Abstract

Process and device for transmitting data signals and/or control signals in a pipe train (1) during operation of a drilling implement, in particular process and device for transmitting data signals and/or control signals from the borehole to the surface. Data in the form of data signals and/or control signals are retransmitted between a data processing unit and/or control unit and a processor (10) via a transmission section between a transmitter unit (8, 11, 18, 30) and a receiver unit (9, 14, 20, 31). In order in particular to transmit local or remote data to the processor while taking account of the operating conditions prevailing in the pipe train, the data signals and/or control signals are transmitted via the transmission section between the transmitter and receiver units or via one or more alternating magnetic fields, or the data received by the transmitter unit (8, 11, 18, 30) are retransmitted to the receiver unit (9, 14, 20, 31) via the transmission section in the form of audio signals. In devices according to the invention, the transmission section includes magnetically inductive couplers (18, 20), or an audio sensor (8, 11, 30) and an audio receiver (9, 14, 31).



* Siehe Rückseite

(57) **Zusammenfassung** Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Übertragung von Informations- und/oder Steuersignalen an einem Bohrstrang (1) während des Betriebes eines Bohrgerätes, insbesondere auch ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Übertragung von Informations- und/oder Steuersignalen aus dem Bohrloch zur Erdoberfläche, wobei Daten zwischen einer Datenverarbeitungs- und/oder einer Steuergeräteeinheit und einem Prozessor (10) als Informations- und/oder Steuersignale auf einer Übertragungsstrecke von einer Sendereinheit (8, 11, 18, 30) an eine Empfängereinheit (9, 14, 20, 31) weitergeleitet werden. Um insbesondere auch ortsgebundene oder von dem Prozessor örtlich abgesetzt zu erfassende Informationsdaten unter Berücksichtigung der Besonderheiten der im Bohrrohrstrang vorliegenden Einsatzbedingungen übertragen zu können, ist vorgesehen, daß die Informations- und/oder Steuersignale auf der Übertragungsstrecke zwischen der Sender- und Empfängereinheit über ein oder mehrere magnetische(s) Wechselfeld(er) übertragen werden oder daß die and die Sendereinheit (8, 11, 18, 30) gegebenen Daten als Schallsignale an die Empfängereinheit (9, 14, 20, 31) der Übertragungsstrecke weitergeleitet werden. Bei Vorrichtungen nach der Erfindung umfaßt die Übertragungsstrecke magnetisch induktive Koppler (18, 20) oder einen Schallsensor (8, 11, 30) und einen Schallempfänger (9, 14, 31).

BENENNUNGEN VON "DE"

Bis auf weiteres hat jede Benennung von "DE" in einer internationalen Anmeldung, deren internationaler Anmeldetag vor dem 3. Oktober 1990 liegt, Wirkung im Gebiet der Bundesrepublik Deutschland mit Ausnahme des Gebietes der früheren DDR.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Code, die zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	ES	Spanien	MG	Madagaskar
AU	Australien	FI	Finnland	ML	Mali
BB	Barbados	FR	Frankreich	MR	Mauritanien
BE	Belgien	GA	Gabon	MW	Malawi
BF	Burkina Faso	GB	Vereinigtes Königreich	NL	Niederlande
BG	Bulgarien	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BJ	Benin	HU	Ungarn	RO	Rumänien
BR	Brasilien	IT	Italien	SD	Sudan
CA	Kanada	JP	Japan	SE	Schweden
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SN	Senegal
CG	Kongo	KR	Republik Korea	SU	Soviet Union
CH	Schweiz	LI	Liechtenstein	TD	Tschad
CM	Kamerun	LK	Sri Lanka	TG	Togo
DE	Deutschland, Bundesrepublik	LU	Luxemburg	US	Vereinigte Staaten von Amerika
DK	Dänemark	MC	Monaco		

Verfahren und Vorrichtung zur Übertragung von Informations- und/oder Steuersignalen in einem Bohrstrang

Die Erfindung bezieht sich auf Verfahren und Vorrichtungen zur Übertragung von Informations- und/oder Steuersignalen in einem Bohrstrang während des Betriebes eines Bohrgerätes, insbesondere auch auf Verfahren und Vorrichtungen zur Übertragung von Informations- und/oder Steuersignalen aus dem Bohrloch zur Erdoberfläche, wobei Daten zwischen einer Datenerfassungs- und/oder Steuergeräteeinheit und einem Prozessor als Informations- und/oder Steuersignale auf einer Übertragungsstrecke von einer Sendereinheit an eine Empfängereinheit weitergeleitet werden.

Bei bekannten Verfahren und Vorrichtungen dieser Art sind die Geräte zur Informationsdatenerfassung und der Prozessor zur Umwandlung der Daten in eine Folge elektrischer Steuersignale in demselben Gehäuseeinsatz oder in getrennten, unmittelbar aneinander angrenzenden Gehäuseeinsätzen vereinigt, die z. B. durch Steckverbindungen galvanisch miteinander koppelbar sind. Eine derartige Anordnung eignet sich aber nur für Geräte zur Erfassung solcher Daten, die nicht oder nicht ausgesprochen selektiv ortsgebunden auftreten, wie es z. B. für Inklination, Azimuth, Temperatur oder Druck zutrifft.

ERSATZBLATT

Aus der DE-PS 34 28 931 sind darüber hinaus Geräte bekannt, bei denen ermittelte Informations- und Steuerdatensignale als Druckpulse von einem Sender über die Spülungsflüssigkeit des Bohrgerätes an eine Empfängereinheit übertragen und von dort an den Prozessor weitergegeben werden. Diese Übertragungsart überzeugt für viele Einsatzbereiche, kann jedoch für bestimmte Datenübertragungserfordernisse, beispielsweise zur Übertragung von Daten von einem feststehenden Bohrstrangteil auf einen rotierenden Bohrstrangteil nur mit erhöhtem Aufwand Anwendung finden. Dies gilt auch für die Datentübertragung in größeren Teufen bei z. B. dem Richtungsbohren. Die Anordnungsmöglichkeit von Druckpulssensoren innerhalb des Bohrstrangs ist zudem aufgrund der Verschleißanfälligkeit derartiger Geräte beschränkt.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren und eine Vorrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, bei dem bzw. mit der sowohl ortsgebundene als auch vom Prozessor örtlich abgesetzt zu erfassende Informationen unter Berücksichtigung der Besonderheiten der im Bohrrohrstrang vorliegenden Einsatzbedingungen schnell auch beispielsweise beim Richtungsbohren zu übertragen sind. Diese Aufgabe wird bei den erfindungsgemäßen Verfahren der eingangs genannten Art durch die im kennzeichnenden Teil der Ansprüche 1 und 14 angegebenen Merkmale gelöst. Vorrichtungen nach der Erfindung zeichnen sich zunächst durch die in den Ansprüchen 4 und 23 angegebenen Merkmale aus.

Durch die Übertragung der Informations- bzw. Steuersignale auf der Übertragungsstrecke zwischen der Sender- und Empfängereinheit über magnetisch induktive Koppler, die bevorzugterweise auch transformatorisch gekoppelt sein können, oder durch Schallsignalsender und -empfänger, zweckmäßigerweise Ultraschall- oder Körperschallsender und -empfänger, ist zunächst die Übertragungsgeschwindigkeit wesentlich zu erhöhen und im übrigen auch die Übertragung von derartigen Signalen beim z. B. Richtungsbohren mit wesentlich verringerten Übertragungsfehlern möglich. Darüber

hinaus kann in kritischen Bereichen im rauhen Alltagsbetrieb eines Bohrrohrstranges zwischen den zu verbindenden Rohren eine Datenübertragung stattfinden, bei denen eine galvanische Kabelverbindung für eine direkte Verbindung einen erheblichen Herstellungs- und/oder Montageaufwand erfordern würde bzw. aufgrund der rauhen Betriebsbedingungen während des Bohrbetriebes eine erhebliche Störanfälligkeit der Kabelverbindung zu befürchten wäre. Ein wesentlicher Vorteil, der mit den erfindungsgemäßen Verfahren und den Vorrichtungen einhergeht, ist darüber hinaus auch, daß Informations- und/oder Steuersignale von einem z. B. während des Bohrbetriebes feststehenden Außenrohr berührungslos auf ein rotierendes Innenrohr übertragen werden können. Des weiteren ist eine Übertragung von Datensignalen mit nur geringem Aufwand in zweifacher Richtung möglich, so daß ohne weiteres eine Empfängereinheit als Sendereinheit operieren kann, indem z, B. ausgewählte Frequenzbereiche als Sender- oder Empfangsoperation zugeordnet werden. Dazu können Filter vorgesehen werden. Gleichfalls lassen sich diese jeweils zweifachen Operationsaufgaben auch durch geeignete Steuerschaltungen realisieren.

Die für die induktive Datenübertragung und/oder Schallsignalübertragung notwendigen Übertragungselemente sind bekannte Bauelemente, die lediglich je nach Einsatzfall auf die betriebsoptimierten Übertragungsbedingungen einzustellen bzw. auszulegen sind. So sind z. B. als magnetisch induktive Koppler sowohl als Sender- als auch als Empfängereinheit Induktionsschleifen bzw. Spulenkörper geeignet, deren Windungszahl bzw. -durchmesser den Betriebsbedingungen in geeigneter Weise anzupassen ist. Als induktiv magnetische Empfängereinheiten sind darüber hinaus auch magnetfeldempfindliche Halbleitersensoren geeignet. Zweckmäßigerweise liegen die z. B. in den einander zugewandten Endbereichen als einerseits Sender- und andererseits als Empfängereinheit dienenden magnetisch induktiven Koppler frei zueinander ausgerichtet, wodurch diese in baulich einfacher Weise transformatorisch zu koppeln sind. Sind an beiden Enden eines Rohres magnetisch induktive Koppler als einerseits Empfänger und andererseits Sender für ein nachfolgendes

Bohrrohr vorhanden, können diese galvanisch z. B. durch vorzusehende Kabelverbindungen, darüber hinaus jedoch auch über elektrisch leitende Bohrrohrwandungsteile miteinander verbunden sein. Elektrisch leitende Bohrrohrwandungsteile können nach außen bzw. innen hin derart den Übertragungsaufgaben von z. B. Spulenkörpern angepaßt sein, daß sie einen hinreichenden Spalt zum Spulenkörper haben, um nicht die magnetischen Wechselfelder aufgrund ihrer elektrischen Leitfähigkeit in das Übertragungsergebnis verfälschender Weise zu beeinflussen. Es besteht die Möglichkeit, die magnetisch zu übertragenden Signale und auch die Schallsignale mit nur einer Sender-/Empfängereinheit über mehrere miteinander verbundene Rohre zu übertragen. Dabei wird zweckmäßigerweise für die magnetisch zu übertragenden Signale eine Frequenz bis etwa 100 Hz gewählt, um Wirbelstromverluste und dgl. möglichst gering zu halten. Bei Schallsignalen ist es je nach zu erwartenden Störsignalen wie z. B. Umgebungsgeräusche zweckmäßig, Frequenzen von z. B. 100 KHz zu wählen. Bei einer Luftübertragung zwischen Spulenkörpern als Sender-/Empfängereinheit (transformatorische Kopplung) hat sich ein Frequenzbereich zwischen 1 bis 20 KHz als zweckmäßig erwiesen.

Für die Übertragung der Schallsignale bietet sich zunächst auch die Bohrrohrwandung an, um Körperschallsignale von einer Sendereinheit auf eine Empfängereinheit zu übertragen. Darüber hinaus ist, soweit vorhanden, die Bohrlochverrohrung für die Körperschallübertragung geeignet. Die Sender- und Empfängereinheiten können als Piezowandler ausgebildet sein. Zur Übertragung von Ultraschallsignalen bietet sich darüber hinaus auch eine Luftsäule an, die beispielsweise in dem rohrförmigen Innenbereich eines Bohrrohrstranges vohanden sein kann.

Sowohl die magnetisch induktiven Koppler als auch Schallsensoren oder -empfänger aufweisenden Übertragungsstrecken können jeweils mit einer weiteren Übertragungsstrecke gekoppelt sein, die z. B. aus der DE-PS 34 28 931 bekannte Übertragungselemente als Sender- und Empfängereinheiten aufweist, wie z. B. Druckpulssender. Hierbei können die

Druckpulse über die die weitere Übertragungsstrecke bildende Spülungsflüssigkeit des Bohrgerätes auf die Druckpulsempfängereinheit übertragen werden, die in bekannter Weise mit dem Prozessor zur Verarbeitung der empfangenen Informations- bzw. Steuersignale verbunden ist. Zur weiteren Erläuterung der Erfindung wird auf Unteransprüche, die Zeichnung und die nachfolgende Beschreibung verwiesen. In der Zeichnung zeigen jeweils in einer schematischen abgebrochenen Querschnittsdarstellung:

Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung nach der Erfindung mit Ultraschallübertragung;

Fig. 2 ein weiteres Ausführungsbeispiel der Vorrichtung nach der Erfindung bei einem Bohrstrang zum Richtungsbohren mit einerseits Körperschallsignalübertragung sowie nachfolgender Druckpulssignalübertragung;

Fig. 3 ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung nach der Erfindung mit Körperschallsignalübertragung;

Fig. 4 ein weiteres Ausführungsbeispiel der Vorrichtung nach der Erfindung mit einerseits magnetisch induktiver Signalübertragung von einem Andruckkraftsensor und andererseits Druckpulsdatenübertragung für Andruckkraftsignale sowie für Neigungs- und Richtungsdatensignale eines weiteren Sensors;

Fig. 5 ein weiteres Ausführungsbeispiel der Vorrichtung nach der Erfindung mit Druckpulssignalübertragung von Neigungs- und Richtungsmeßdatensignale zum Prozessor und mit Körperschallsignalübertragung der Neigungs- und Richtungsmeßdaten an ein Richtbohrwerkzeug, und

Fig. 6 ein Ausführungsbeispiel von miteinander verbundenen Innenrohren eines Bohrstranges eines Bohrgerätes mit transformatorisch gekoppelten Spulenkörpern als magnetische Kopplungselemente zur magnetischen Datenübertragung.

Die in der Zeichnung veranschaulichten Bohrgeräte mit Vorrichtungen nach der Erfindung umfassen jeweils einen als Ganzes mit 1 bezeichneten Bohrstrang mit einem inneren Kanal 2 sowie einen den Bohrrohrstrang 1 umgebenden Ringraum 3. In dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 wird bei 4 Druckluft in den inneren Kanal 2 eingelassen, die auf ihrem Weg zur Bohrlochsohle eine nicht im einzelnen gezeigte Bohrturbine passiert und durch Düsen eines von der Bohrturbine angetriebenen Drehbohrmeißels 5 in das Bohrloch austritt und durch den den Bohrrohrstrang 1 umgebenden Ringraum 3 zur Erdoberfläche bei 6 zurückkehrt.

Oberhalb des Drehbohrmeißels 5 befindet sich ein Richtungs- und Neigungssensor 7, der mit einem Ultraschallsender 8 im inneren Kanal 2 verbunden ist. Über die Luftsäule im inneren Kanal 2 werden die Ultraschallsignale an einen Ultraschallempfänger 9, der galvanisch mit dem Prozessor 10 verbunden ist, an den Prozessor zur Weiterverarbeitung bzw. Auswertung weiterleitet.

Bei dem Ausführungsbeispiel der Vorrichtung nach der Fig. 2 dient der Bohrstrang 1 zum Richtungsbohren. Der Bohrstrang 1 hat wiederum einen inneren Kanal 2 sowie einen den Bohrstrang 1 umgebenden Ringraum 3. Während des Betriebes des Bohrgerätes wird hier mittels einer nicht dargestellten Pumpe Spülungsflüssigkeit durch den inneren Kanal 2 abwärts gepumpt, die auf ihrem Wege zur Bohrlochsohle eine nicht dargestellte Bohrturbine antreibt und durch Düsen des von der Bohrturbine angetriebenen Drehbohrmeißels 5 in das Bohrloch austritt und durch den den Bohrrohrstrang umgebenden Ringraum 3 zur Erdoberfläche zurückkehrt. Hier ist wiederum oberhalb des Drehbohrmeißels 7 ein Sensor für Neigungs- und Richtungsmeßdaten angeordnet, der mit dem Körperschallsensor 11 verbunden ist. Zwischen dem den Kör-

perschallsender 11 tragenden Bohrrohr und dem Untertage-bohrmotor 12 mit Spülungsantrieb ist ein Gelenkstück 13 vorhanden. Zwischen dem Motor 12 und dem den Körperschall-empfänger 14 tragenden Bohrrohr ist ein weiteres Gelenkstück 13 vorgesehen. Die vom Sensor 17 ermittelten Neigungs- und Richtungsmeßdaten werden durch Körperschall vom Sensor 11 an den Empfänger 14 geleitet. Oberhalb des Empfängers 14 ist ein Druckpulssender 15 bekannter Bauart angeordnet, der die vom Empfänger 14 erhaltenen Signale über eine weitere Übertragungsstrecke, die durch die Spülungsflüssigkeit im inneren Rohr 2 gebildet wird, an den Druckpulsempfänger 16 weiterleitet. Diese werden nach Umwandlung in elektrische Signale in dem Prozessor 10 ausgewertet.

Das Ausführungsbeispiel nach Fig. 3 ist bezüglich der Kurzstreckendatenkörperschallsignalübertragung analog aufgebaut wie das Ausführungsbeispiel nach Fig. 2. Hier werden lediglich vom Sensor 7 z. B. Andrucksignale des Drehbohrmeißels 5 ermittelt und wiederum über Körperschallsignalsender 11 an den Körperschallsignalempfänger 14 weitergeleitet, wobei ggfs. bei größeren Längen des Bohrstranges Zwischenverstärker vorzusehen sind. Die vom Körperschallempfänger 14 empfangenen Signale werden nach Umwandlung in elektrische Signale wiederum in dem Prozessor 10 weiterverarbeitet.

In dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 4 ist oberhalb des Drehbohrmeißels 5 des Bohrstranges 1 ein erster Sensor 17 zur Ermittlung von Andruckkraftsignalen angeordnet. Dieser ist galvanisch mit einem Spulenkörper 18 verbunden. Der Spulenkörper 18 ist Sender zur magnetisch induktiven Übertragung der empfangenen Signale an einen transformatorisch mit der Spule 18 über den freien Luftspalt 19 gekoppelten Spulenkörper 20, der mithin den Empfänger dieser magnetisch induktiven Übertragungsstrecke darstellt, so daß die Datenübertragung berührungslos von den rotierenden Teilen 5, 17 sowie dem den Spulenkörper 18 tragenden Außenrohr 21 des Bohrstranges 1 auf die nicht rotierenden Bohrrohrwandungsteile 22 sowie den sich daran anschließenden Bohrmotor 23 erfolgt. Über den Untertagemotor 23 werden die Signale des Sensors 17 durch galvanische Kopplung über

ERSATZBLATT

eine Kabelverbindung 24 an einen Neigungs und Richtungssensor 25 weitergeleitet. Die in den beiden Sensoreinheiten 17 und 25 generierten Meßdaten werden dann gemeinsam von der Druckpulssendereinheit über die Spülungsflüssigkeitssäule im Kanal 2 des Bohrgestänges in bekannter Weise an den Druckpulsempfänger 16 weitergeleitet und von dort über eine Kabelverbindung an den Prozessor nach Umwandlung in elektrische Signale übertragen.

Bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 5 ist ein Neigungs- und Richtungssensor sowohl mit einem Druckpulssender 27 zur Übertragung der Neigungs- und Richtungsmeßsignale zu dem Druckpulsempfänger 28 und Weiterleitung nach Umwandlung in elektrische Signale an den Prozessor 10 verbunden als auch über eine Kabelverbindung 29 mit einem Körperschallsender 30 zur Kurzstreckendatenübertragung an einen Körperschallempfänger 31. Oberhalb und unterhalb des Neigungs- und Richtungsdatensensors befinden sich mehrere antimagnetische Schwerstangen 32, um die Neigungs und Richtungsdatenermittlung mithilfe von magnetempfindlichen Sensoren nicht zu beeinflussen. Die vom Neigungs- und Richtungssensor 26 über Körperschall auf den Körperschallempfänger 31 übertragenen Steuersignale werden über eine Kabelverbindung 33 an das Richtbohrwerkzeug 34 gegeben, so daß bei auftretenden Abweichungen zwischen einer vorgegebenen Richtung bzw. Neigung und den von dem Sensor 26 erfaßten Ist-Werten Steuerbewegungen solange durchzuführen sind, bis die Abweichung sich innerhalb eines vorgebbaren Toleranzbereiches verringert hat.

Neben den vorgenannten Vorrichtungen können für Übertragungseinrichtungen und Sensoren im allgemeinen sowohl weitere Elektronikkomponenten zur Signalverarbeitung als auch Batterien oder Generatoren mit Antrieb durch die Bohrspülung oder umlaufende Bohrstrangteile zur Erzeugung elektrischer Energie erforderlich sein, welche jedoch für sich bekannt sind und in der jeweils geeigneten Weise vorgesehen werden können.

In Fig. 6 ist in abgebrochener Querschnittsdarstellung

anhand eines Ausführungsbeispiels die Anordnungsmöglichkeit von einer magnetisch induktiven Sender-/Empfängereinheit an gegenüberliegenden Endbereichen von Innenrohren eines Bohrrohrstranges veranschaulicht. Hier sind die beiden miteinander zu koppelnden Innenrohre 35 und 36 in bekannter Weise ineinanderzuschrauben. Das in der zeichnerischen Darstellung innenliegende Ende des Rohrteiles 36 trägt an seinen Stirnkanten den Spulenkörper 20 (gemäß dem Ausführungsbeispiel von Fig. 4), wohingegen in einer Ausnehmung 37 des Innenrohrteiles 35 der Spulenkörper 18 gelegen ist. Zwischen den Spulenkörpern 18 und 20 ist ein freier Luftraum 38 vorhanden, so daß die beiden Spulenkörper 18 und 20 transformatorisch zu koppeln sind. Die Spulenkörper 18 und 20 weisen jeweils zu den Wandungsbereichen des Rohrwandungsteiles 35 einen hinreichenden seitlichen Abstand auf, so daß aufgrund der elektrischen Leitfähigkeitseigenschaften des Rohrwandungsmaterials die Übertragungsergebnisse nicht verfälscht werden. Der Spulenkörper 18 dient hierbei als magnetisch induktiver Sender für über das Kabel 39 empfangene Datensignale. Von dem als Empfänger fungierenden Spulenkörper 20 sind die magnetisch induktiv übertragenen Signale über die Kabelverbindung 40 an ein nachgeordnetes Steuer- bzw. Sender- oder Empfangsteil weiterzuleiten.

ERSATZBLATT

Patentansprüche

1. Verfahren zur Übertragung von Informations- und/oder Steuersignalen an einem Bohrstrang (1) während des Betriebes eines Bohrgerätes, insbesondere auch Verfahren zur Übertragung von Informations- und/oder Steuersignalen aus dem Bohrloch zur Erdoberfläche, wobei Daten zwischen einer Datenverarbeitungs- und/oder einer Steuergeräteeinheit und einem Prozessor (10) als Informations- und/oder Steuersignale auf einer Übertragungsstrecke von einer Sendereinheit (18) an eine Empfängereinheit (20) weitergeleitet werden, dadurch gekennzeichnet, daß die Informations- und/oder Steuersignale auf der Übertragungsstrecke zwischen der Sender- und Empfängereinheit (18,20) über ein oder mehrere magnetische(s) Wechselfeld(er) übertragen werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Informations- und/oder Steuersignale zwischen einer Sender- und einer Empfängereinheit (18,20) durch ein die Sender- und die Empfängereinheit durchdringendes magnetisches Wechselfeld (transformatorische Kopplung) übertragen werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die von der Empfängereinheit (20) der Übertragungsstrecke empfangenen Informations- und/oder Steuersignale an eine Sendereinheit (15) einer weiteren Über-

tragungsstrecke weitergegeben werden und die Sendereinheit (15) der weiteren Übertragungsstrecke die empfangenen Signale als Druckpulssignale an die Empfängereinheit (16) der weiteren Übertragungsstrecke weitergibt.

4. Vorrichtung zur Übertragung von Informations- und/oder Steuersignalen in einem Bohrstrang (1) während des Betriebes eines einen Bohrmeißel (5) umfassenden Bohrgerätes, insbesondere auch zur Übertragung von Informations- und/oder Steuersignalen aus dem Bohrloch zur Erdoberfläche, mit zumindest einer am Bohrrohrstrang (1) vorsehbaren Steuergeräte- und/oder Datenerfassungseinheit und einem Prozessor (10), wobei die Informations- und/oder Steuersignale zwischen Prozessor (10) und Steuergeräte- bzw. Datenerfassungseinheit auf einer Übertragungsstrecke von einer Sendereinheit an eine Empfängereinheit weitergeleitet werden, dadurch gekennzeichnet, daß die Übertragungsstrecke zur Übertragung der Informations- und/oder Steuersignale zwischen der Sender- und Empfängereinheit magnetisch induktive Koppler (18,20) umfaßt.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß den magnetisch induktiven Kopplern (18,20) Signalverstärker zugeordnet sind.

6. Vorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß einander zugeordnete magnetisch induktive Koppler (18,20) einerseits an einem feststehenden Bohrrohrwandbereich und andererseits an einem rotierbaren Bohrrohrwandbereich vorsehbar sind.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß magnetisch induktive Koppler (18,20) als in den Endbereichen einander zugewandter Rohre (35,36) des Bohrrohrstranges (1) angeordnete Spulenkörper und/oder magnetfeldempfindliche Halbleitersensoren ausgebildet sind.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die in den Endbereichen der Rohre (35,36) des Bohrrohrstranges angeordneten magnetisch induktiven Koppler (18,20)

einander frei zugewandt und transformatorisch gekoppelt sind.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß in gegenüberliegenden Endbereichen eines Rohres des Bohrrohrstranges (1) vorgesehene magnetisch induktive Koppler galvanisch über eine Kabelverbindung (39,40) und/oder elektrisch leitende Rohrwandungsteile miteinander verbindbar sind.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß magnetisch induktive Koppler (18,20) gegenüber angrenzenden elektrisch leitenden Rohrwandungsteilen mit einem Abstand vorsehbar sind.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß der die magnetisch induktiven Koppler (18,20) umfassenden Übertragungsstrecke eine eigene Sendereinheit (15) und eigene Empfängereinheit (16) umfassende weitere Übertragungsstrecke zugeordnet ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Sendereinheit (15) der weiteren Übertragungsstrecke mit den aus der ersten Übertragungsstrecke übertragenen Informations- und/oder Steuersignalen beaufschlagbar ist.

13. Vorrichtung nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß die weitere Übertragungsstrecke durch eine von der weiteren Sendereinheit (15) mit Druckpulsen beaufschlagende Spülungsflüssigkeit des Bohrgerätes gebildet ist.

14. Verfahren zur Übertragung von Informations- und/oder Steuersignalen an einem Bohrstrang (1) während des Betriebes eines Bohrgerätes, insbesondere auch Verfahren zur Übertragung von Informations- und/oder Steuersignalen aus dem Bohrloch zur Erdoberfläche, wobei Daten zwischen einer Datenerfassungs- und/oder Steuergeräteeinheit und einem Prozessor (10) als Informations- und/oder Steuersignale auf einer Übertragungsstrecke von einer Sendereinheit

(8,11,30) an eine Empfängereinheit (9,14,31) weitergeleitet werden, dadurch gekennzeichnet, daß die an die Sendereinheit (8,11,30) gegebenen Daten als Schallsignale an die Empfängereinheit (9,14,31) der Übertragungsstrecke weitergeleitet werden.

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die von der Sendereinheit (8) empfangenen Daten als Ultraschallsignale an die Empfängereinheit (9) weitergeleitet werden.

16. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die von der Sendereinheit (11,30) empfangenen Datensignale als Körperschallsignale an die Empfängereinheit (14,31) weitergeleitet werden.

17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Körperschallsignale über Bohrrohrstrangteile an die Empfängereinheit (14,31) übertragen werden.

18. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Übertragungsstrecke durch eine Spülungsflüssigkeit des Bohrgerätes gebildet ist und die Schallsignale über die Spülungsflüssigkeit übertragen werden.

19. Verfahren nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Übertragungsstrecke durch eine innerhalb des Bohrrohrstranges gelegene Luftsäule gebildet ist und die Schallsignale über die Luftsäule von der Sendereinheit (8) auf die Empfängereinheit (9) übertragen wird.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß die von der Empfängereinheit (9,14,31) der Übertragungsstrecke empfangenen Schallsignale an eine Sendereinheit (15) einer nachgeordneten weiteren Übertragungsstrecke weitergegeben und von dort an eine eigene Empfängereinheit (16) der weiteren Übertragungsstrecke weitergeleitet werden.

21. Verfahren nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet,

daß die von der Sendereinheit (15) der weiteren Übertragungsstrecke empfangenen Schallsignale als Druckpulssignale weitergeleitet werden.

22. Verfahren nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß die von der Sendereinheit (15) abgegebenen Druckpulssignale über die die weitere Übertragungsstrecke bildende Spülungsflüssigkeit des Bohrgerätes übertragen werden.

23. Vorrichtung zur Übertragung von Informations- und/oder Steuersignalen in einem Bohrrohrstrang (1) während des Betriebes eines einen Bohrmeißel umfassenden Bohrgerätes, insbesondere auch zur Übertragung von Informations- und/oder Steuersignalen aus dem Bohrloch zur Erdoberfläche, mit zumindest einem am Bohrrohrstrang vorsehbaren Steuergeräte- und/oder Datenerfassungseinheit und einem Prozessor (10), wobei die Informations- und/oder Steuersignale zwischen Prozessor (10) und Steuergeräte- bzw. Datenerfassungseinheit auf einer Übertragungsstrecke von einer Sendereinheit (8,11,31) an eine Empfängereinheit (9,14,30) weitergeleitet werden, dadurch gekennzeichnet, daß der am Bohrrohrstrang vorgesehenen Datenerfassungs- und/oder Steuergeräteeinheit ein Schallsensor (8,11,30) und ein Schallempfänger (9,14,31) zugeordnet sind.

24. Vorrichtung nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der Sendereinheit (8,11,31) und der Empfängereinheit (9,14,30) Signalverstärker vorgesehen sind.

25. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 23 oder 24, dadurch gekennzeichnet, daß an Bohrrohrinnenwandungsteilen als Schallsignalsender und Schallsignalempfänger Piezowandler befestigt sind.

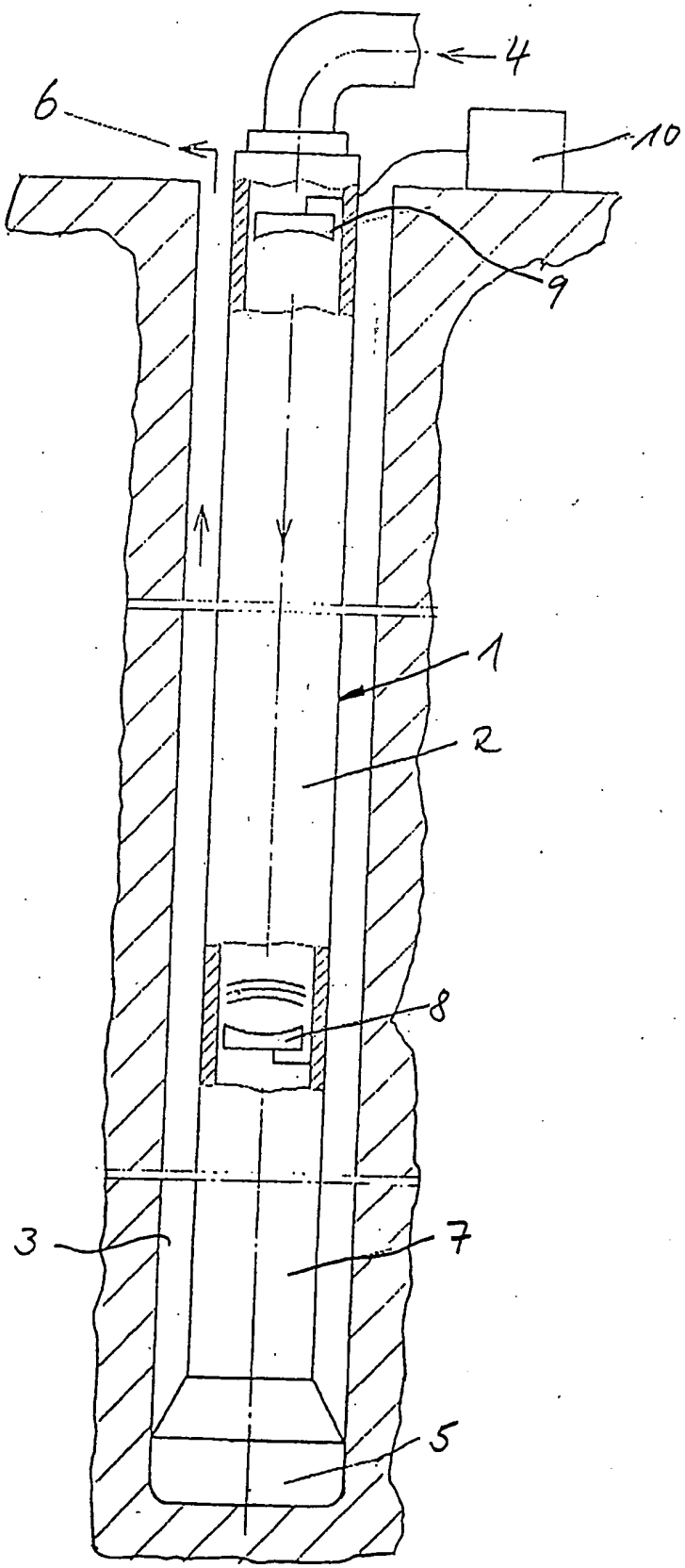


Fig. 1

ERSATZBLATT

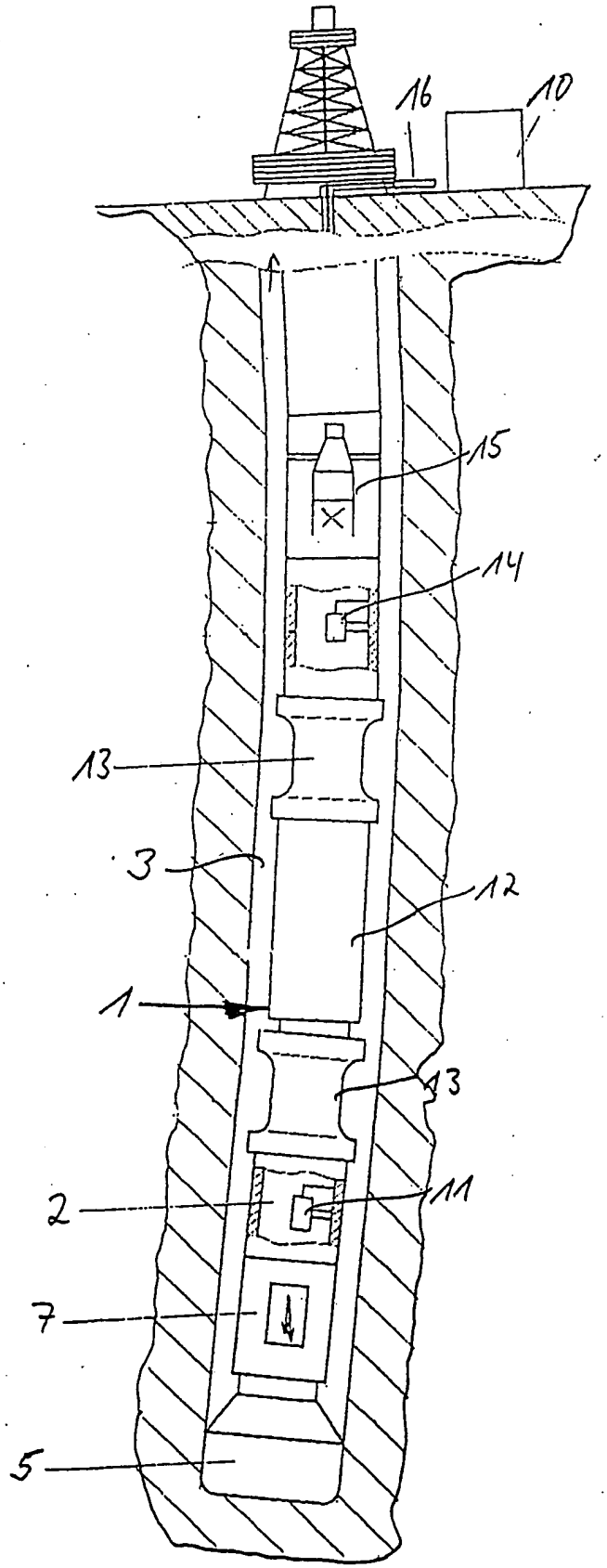


Fig. 2

ERSATZBLATT

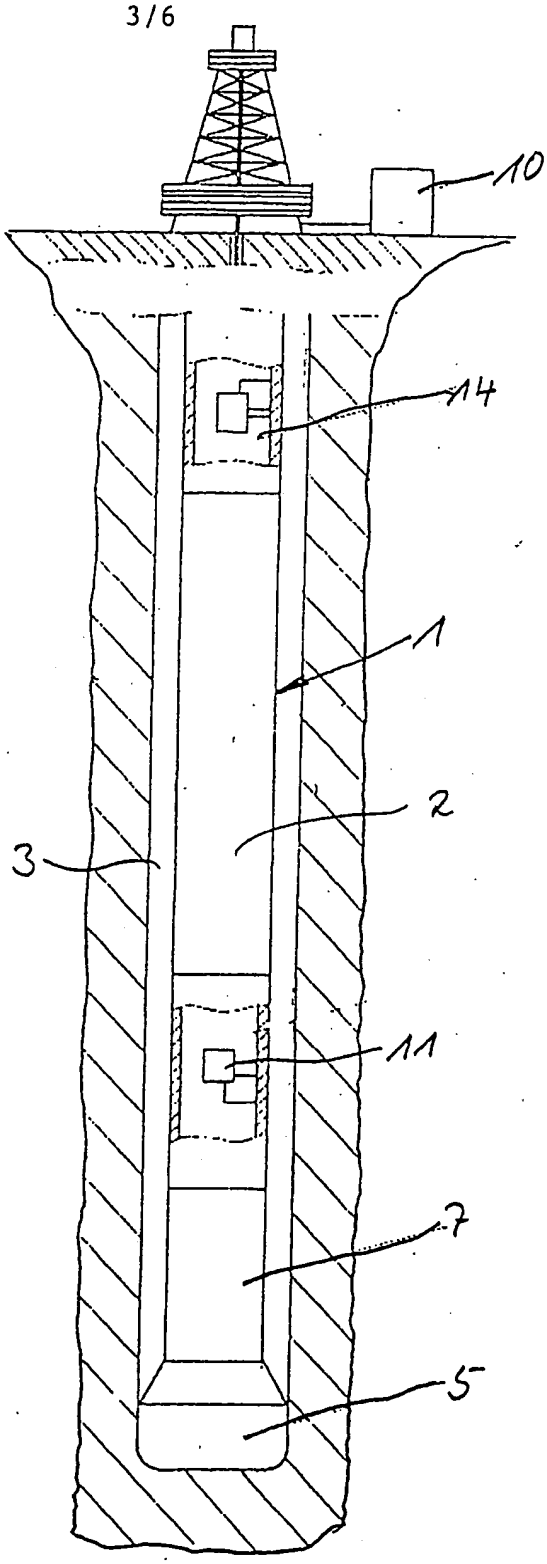


Fig. 3

ERSATZBLATT

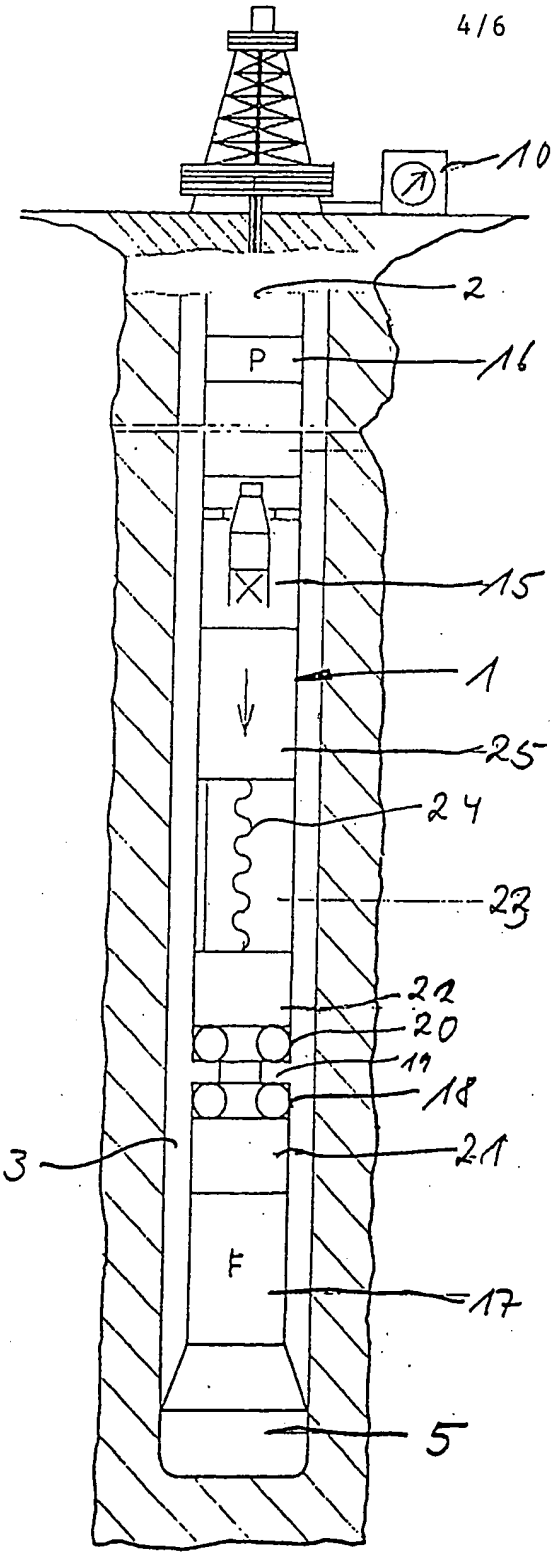


Fig. 4

ERSATZBLATT

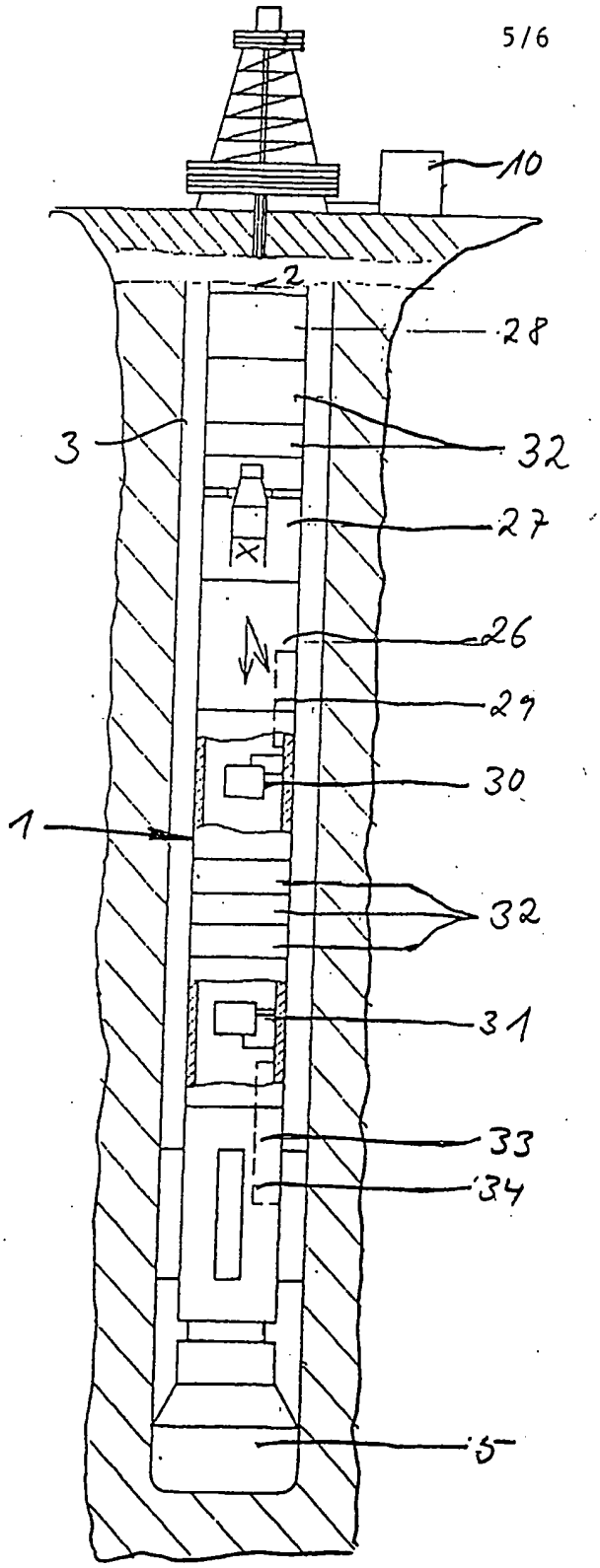


Fig. 5

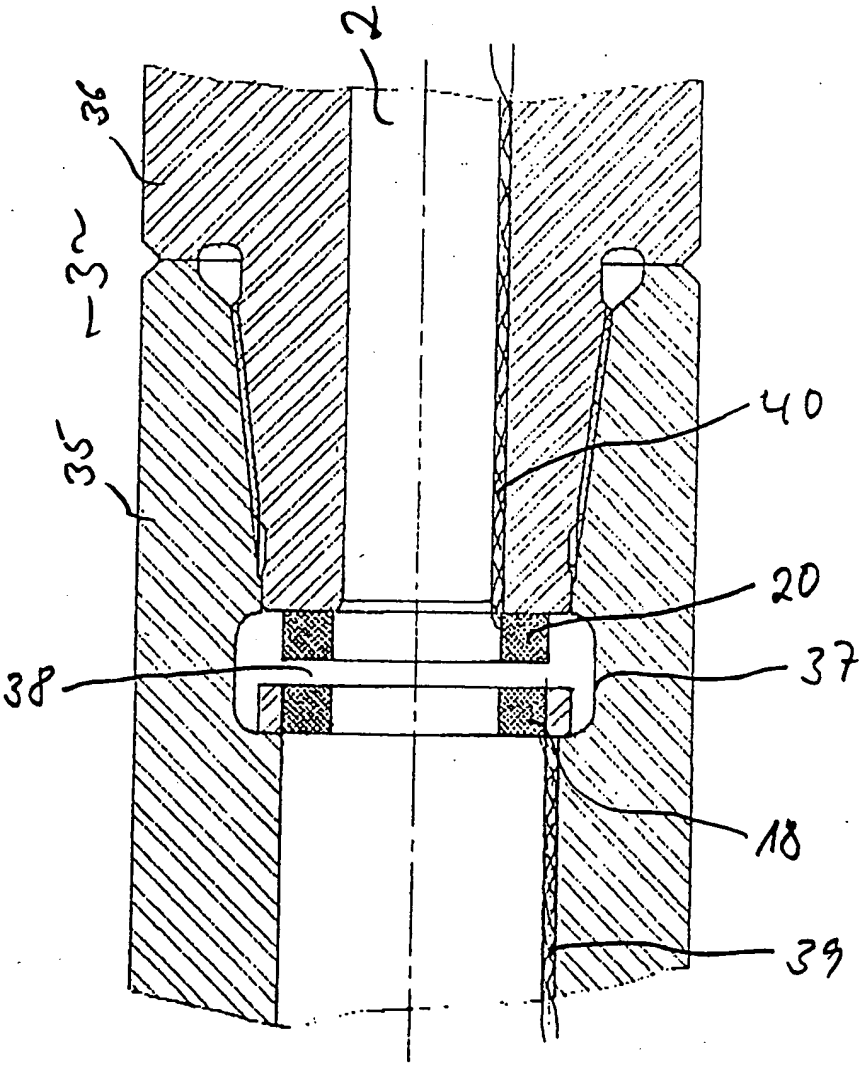


Fig. 6

ERSATZBLATT